Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 15 | 119—129 | München, 15. 9. 1975

Ein Geröll mit *Elianella elegans* Pfender & Basse (Paleozän, Kalkalpin) aus der subalpinen Molasse N Salzburg

Von Herbert Hagn & Ernst Ott[1])

Mit 1 Abbildung und Tafel 11

Zusammenfassung

Aus den miozänen Wachtbergschottern der subalpinen Molasse N Salzburg wird ein Geröll beschrieben, dessen Muttergestein heute in den Alpen nicht mehr ansteht. Es handelt sich um ein grobklastisches Strandsediment, mit viel Kristallinschutt, das an Biogenen vor allem Rotalgen enthält. Sein Alter konnte durch Foraminiferen als Paleozän bestimmt werden.

Die überlieferten Paleozänsedimente im alpinen Raum zeigen Tiefwasserfazies im Ultrahelvetikum, im Flysch und in weiten Teilen der Nördlichen Kalkalpen. Küstennahe Bildungen sind nur aus dem Südhelvetikum und — in wenigen Relikten — ganz am Südrand der Nördlichen Kalkalpen bekannt. Für das beschriebene Geröll wird eine Herkunft von der Südküste des Paleozän-Meeres gefordert, die auf der Grauwackenzone oder noch weiter im S gelegen war. Dieses Geröll und einige Begleitgerölle altersgleicher Algen-Riffkalke geben Zeugnis von einem weitreichenden paleozänen Riffgürtel im Süden der heutigen Kalkalpen.

Von den enthaltenen Algen wird *Elianella elegans* eingehender behandelt. Es kann gezeigt werden, daß diese Leitform des Paleozäns zu Recht als eigene Gattung der Solenoporaceen besteht. Entgegen der herrschenden Ansicht handelt es sich nicht um ein jüngeres Synonym von *Parachaetetes asvapatii* Pia.

Summary

In Miocene beds of the Alpine Molasse basin near Salzburg a pebble was found showing a lot of coralline algae within coarse cristalline debris. The foraminifera indicate a Paleocene age of the pebble.

Regarding the pattern of the Paleocene development in the different troughs of the Alpine orogene, we see only two regions, where Paleocene sediments occur in flat water facies. The one is the Helveticum not far from the locality where the pebble has been found. But the cristalline debris within the pebble and the absence of any other significant components from the Helvetic zone in these Miocene con-

[1]) Prof. Dr. H. Hagn, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, 8 München 2, Richard-Wagner-Straße 10. Priv.-Doz. Dr. E. Ott, Lehrstuhl für Geologie, Technische Universität, 8 München 2, Arcisstraße 21.

glomerates do not fit to a Helvetic origin of the sample in question. Therefore, we have to look for the southern margin of the Paleocene deep water realm across the Ultrahelvetic and Penninic and most of the present Austroalpine area. Indeed, there are a few very small relics of Paleocene reef deposits on the southermost part of the Northern Limestone Alps still today. From this area the pebble must be derived. Together with some other accompanying algal limestones of the same Paleocene age it testifies a formerly large extent of a Paleocene reef belt in the south of the Limestone Alps, probably resting upon the Paleozoic Grauwacken Zone.

Among the algae, *Elianella elegans* was studied in more detail, because of its uncertain systematic position. Most of the authors considered *Elianella* as a younger synonym of *Parachaetetes*. However, the study yielded that *Elianella* is a good genus within the Solenoporaceae.

Inhalt

A. Vorwort

In der Woche vom 12. bis 16. Juni 1973 führte das Institut für Paläontologie und historische Geologie unter Leitung von H. HAGN seine Pfingstexkursion durch. Am zweiten Tag wurde u. a. der Aufgerichtete Südrand der Vorlandmolasse im Bereich des Haunsbergs N Salzburg studiert. Einen prächtigen Einblick in die Sedimentationsverhältnisse bot die große Schottergrube ESE Steinbach NNE Nußdorf. Nach TRAUB (1948, S. 64—65) sind die dort anstehenden grobklastischen Gesteine als Wachtberg-Schotter zu bezeichnen. Ihr Alter ist Helvet (= Ottnang nach der neueren Gliederung der Paratethys). Nach ABERER (1958, S. 47) gehört der Wachtberg-Steinbach-Schotter der helvetischen Sand-Schottergruppe an.

Eine erste Untersuchung mit Hammer und Lupe erbrachte sehr bald eine Reihe von Geröllen, die den Verdacht auf Alttertiär aufkommen ließen. Es waren Fossilschuttkalke und helle Algenkalke. Besonders auffallend war ein großes, flaches Geröll, das als grobkörnige Quarzbrekzie anzusprechen ist. Seine Maße betragen 14 × 8 × 2,3 cm. Die einzelnen klastischen Komponenten erreichen nicht selten einen Durchmesser bis zu 1,5 cm und darüber. Ihm sind gelbliche, karbonatische Einsprenglinge eingestreut, welche mit der Lupe als Algen gedeutet werden können.

Dieses grobstruierte Geröll verdient zweifellos eine nähere Bearbeitung. Ihm sind daher die folgenden Ausführungen gewidmet.

B. Zur Mikrofazies des untersuchten Gerölls

Das bräunliche grobklastische Gestein wurde in acht Großschliffen untersucht. Dabei konnten folgende Merkmale festgestellt werden.

Die Grundmasse ist vorwiegend sparitisch, sie erscheint nur selten pelitisch getrübt. Ihr sind kristalline Komponenten reichlich eingelagert. Herr Prof. Dr. G.

TROLL, München, machte hierzu freundlicherweise folgende Angaben: „Hauptkomponenten sind Quarzite, Pyllite und Glimmerschiefer. Der Quarz stammt vorwiegend aus Quarzknauern; einzelne große Quarze und Kalifeldspäte entstammen wahrscheinlich Pegmatiten. In einem reliktischen Plagioklas konnte ein Anorthitgehalt von über 20 % festgestellt werden, was auf Metamorphosebedingungen der tieferen Amphibolitfazies (über 350 Grad) hinweist. Es fehlen jedoch Granat, Disthen und Staurolith, so daß Altkristallin als Liefergebiet kaum in Frage kommt. Insgesamt spricht der Kristallinbestand nicht gegen Grauwackenzone. Auch ein Einzelfund von einem zersetzten Diabas mit Fluidaltextur paßt hierzu. Porphyroide und Lydite konnten nicht gefunden werden." Soweit seine mündliche Mitteilung.

An sedimentären Gemengteilen ist ein bräunlicher feinsandiger Kalk zu nennen. Es mag sich hierbei um Intraklaste handeln. Ferner wurde ein Geröllchen eines pelitischen Kalks mit *Microcodium* sp. beobachtet. Die für diese ? Alge charakteristischen Palisadenzellen sind gut zu erkennen. Ziemlich häufig sind überdies Bruchstücke eines Süßwasser-Travertins, der z. T. *Schizothrix*-artige Fadenbüschel (Blau-Grün-Algen, Cyanophyceen) erkennen läßt. Derartige Komponenten erreichen Ausmaße von 2×1 cm.

Foraminiferen wurden in den Dünnschliffen verhältnismäßig selten angetroffen. Neben sessilen Sandschalern (? *Placopsilina*) treten Milioliden, rotaliide Kleinforaminiferen (darunter die Gattung *Schlosserina*) und *Miscellanea miscella* (ARCH. & HAIME) auf. Die zuletzt genannte Art weist auf ein Paleozän-Alter des Gerölls hin.

Die Metazoen werden durch Korallen- und Bryozoenreste vertreten. Ferner gehören umkristallisierte Schalenreste von Mollusken sowie Echinidenstachel hierher.

Die Algen werden vorwiegend durch *Elianella elegans* PFENDER & BASSE aus der Familie der Solenoporaceae repräsentiert. Die Bruchstücke der Thalli sind stark abgerundet. Einzelne Fragmente erreichen einen Durchmesser bis zu 2 cm und darüber. Angehörige der Corallinaceen konnten nur gattungsmäßig als *Lithothamnium*, *Mesophyllum* und *Lithophyllum* bestimmt werden. Ferner wurde *Pseudolithothamnium album* PFENDER ermittelt. *Pycnoporidium levantinum* JOHNSON beteiligt sich als Krustenbildner beim Aufbau des Gesteins (Taf. 11, Bild 1). An Dasycladaceen wurden vereinzelt *Cymopolia* sp. und *Terquemella* (Sporangien-Verkalkung) nachgewiesen. Einzelne Quarzkörner sowie Schalenbruchstücke werden von *Girvanella* bzw. Corallinaceen umkrustet.

C. Beschreibung der wichtigsten Algen

Elianella elegans PFENDER & BASSE

(Taf. 11, Fig. 1—2, Abb. 1)

Die hierher zu stellenden Algenreste sind die häufigsten organogenen Komponenten in unserem Geröll. Wir besprechen diese Alge ausführlicher, weil sie trotz vermutlich weltweiter Verbreitung im Paleozän kaum bekannt ist und zu Unrecht in die Synonymie von *Parachaetetes asvapatii* geriet.

Wuchsform: Es handelt sich um Blumenkohl-artige Einzelköpfchen oder um lappig verzweigte Thalli bis 2 cm Größe. An den im Anschnitt ockergelblichen,

dichten Kalkthalli ist mit unbewaffnetem Auge nur hin und wieder eine Zonierung durch konzentrische Anwachsstreifen zu bemerken.

Feinbau: Im Dünnschliff zeigt sich, daß der Thallus durch engständige, parallel verlaufende Zellreihen aufgebaut wird, in denen tönnchenförmige Zellen perlschnurartig aneinandergereiht sind. Der Durchmesser der Zellreihen beträgt 40 bis 60 μ, gemessen von Wandmitte zu Wandmitte. Das eigentliche Lumen der Zellen erreicht Durchmesser von 30 bis 55 μ. Auffallend ist, daß die Zellen auch innerhalb der gleichen Reihe beträchtlich an Höhe und Breite variieren, und daß die Querböden immer nach unten durchgebogen sind. In der Regel sind die Zellen gedrungen, zwischen 15 und 30 μ hoch. Auf eine Fadenlänge von einem halben Millimeter konnten bis zu 24 Böden gezählt werden. Es kommen jedoch in seltenen Fällen auch schlanke Zellen bis zu 150 μ Höhe vor, und zwar im selben Niveau in benachbarten Fäden, was wohl eher auf Zeiten günstiger Wachstumsbedingungen hindeutet als auf Sporangienzellen.

Wichtig für die systematische Stellung innerhalb der Solenoporaceen ist die Tatsache, daß die Querböden in den Zellreihen mit denen der Nachbarreihen nicht auf gleicher Höhe stehen. Diese regellose Anordnung der Querböden erlaubt nicht, die Form zur Gattung *Parachaetetes* zu stellen.

Eine echte Verzweigung der Zellreihen ließ sich nicht deutlich erkennen. An den schon makroskopisch sichtbaren Zuwachszonen tritt eine Unterbrechung der Zellreihen ein; die darüber einsetzende Neusprossung ist oft mit einer Richtungsänderung im Wachstum verbunden (Abb. 1b).

Die Skeletterhaltung im Querschnitt kann sehr unterschiedlich sein, und die Beobachtungen am vorliegenden Material schienen uns für die Systematik der Solenoporaceen von Wichtigkeit. Es geht um die Frage, ob im Querschnitt polygonale oder runde Zellen eine Folge unterschiedlicher Erhaltung sein können oder ob dieses Merkmal primär ist und damit art-trennenden Charakter haben kann. Pia hat in seinem Referat von 1939 zur zweiten Auffassung geneigt. An unserem Material läßt sich jedoch zeigen, daß am gleichen Thallus teilweise nur das polygonale Muster der sich abflachenden Außenwände zu sehen ist (Abb. 1c), dann wieder nur die mit dunklem Mikrit erfüllten kreisförmigen Lumina der Zellen ohne Außenwände (Abb. 1e). Nur in seltenen Fällen sieht man die vollständige Erhaltung (Abb. 1d) sowohl der polygonalen Außenbegrenzung als auch der Lumina.

Bemerkungen und Vergleiche: Nachdem das paleozäne Alter durch das Auftreten von *Miscellanea* schon gesichert war, sind wir bei den Bestimmungsversuchen dieser Rotalge zunächst auf *Parachaetetes asvapatii* Pia gelenkt worden, weil diese im Paleozän weltweit verbreitet sein soll (Elliott 1964, S. 696) und Abbildungen dieser Alge bei Johnson 1964 und Elliott 1964 auch weitgehend dem durchschnittlich erhaltenem Material in unserem Geröll entsprechen. (Es muß hier noch nachgetragen werden, daß sich die geschilderten Details nur an wenigen gut erhaltenen Exemplaren in dieser Deutlichkeit erkennen lassen, während der Großteil des Materials durch Umkristallisierung verwischte Strukturen zeigt. Doch sieht man auch dort immer wieder Einzelheiten, die bei Kenntnis der vollständigen Erhaltung eine Zuordnung zu *Elianella* gestatten.) Nachdem dann durch die Beobachtung der unterschiedlich plazierten Querböden die Gattung *Parachaetetes* auszuschließen war, sind wir auf die von Pfender & Basse 1947 aus dem Paleozän von Madagaskar beschriebene *Elianella elegans* gestoßen, die von Elliott als wahr-

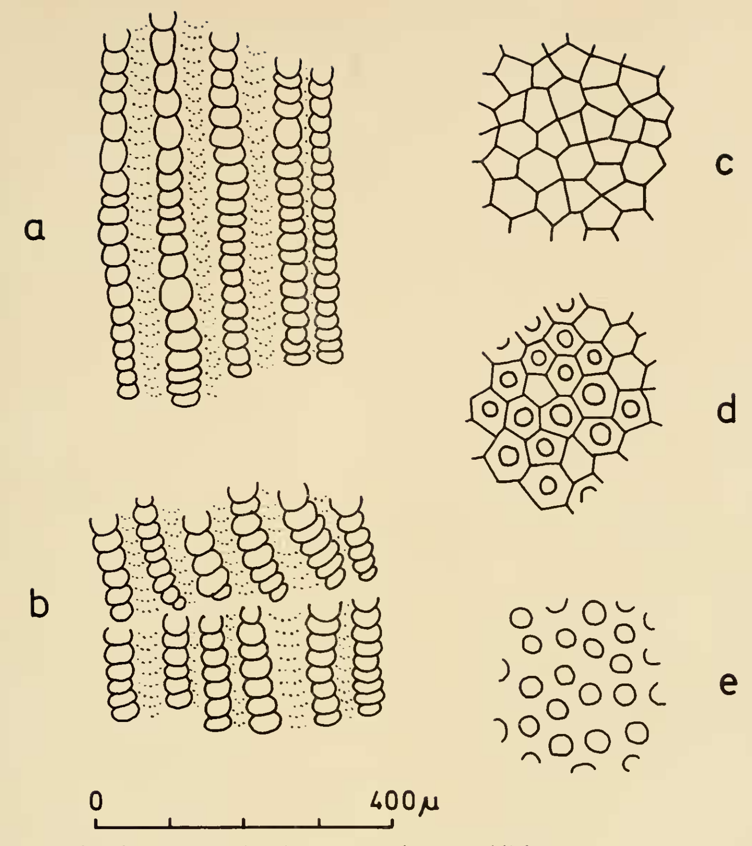


Abb. 1: *Elianella elegans,* Detailzeichnungen nach Dünnschliffen.

a) Längsschnitt durch weitständige Zellreihen, durchschimmernde Reihen dahinter angedeutet

b) Situation an einer Zuwachszone. Unterbrechung der Zellreihen und darüber einsetzende Richtungsänderung im Wachstum

c) bis e) Unterschiedliche Erhaltung im Querschnitt. Bei c) nur das polygonale Muster der Außenwände, Lumina der Zellen nicht erhalten. Bei d) sind zusätzlich die Lumina zu sehen. Bei e) sind nur die Lumina allein erhalten.

scheinlich synonym mit *Parachaetetes asvapatii* geführt wird (zuerst 1955, dann nochmals 1964, nachdem sich inzwischen JOHNSON & KONISHI 1960 und SEGONZAC 1962 dieser Auffassung angeschlossen hatten.) Diese Gleichstellung beruht unseres Erachtens auf dem Vergleich der viel zu kleinmaßstäblichen Abbildungen, die PFENDER & BASSE ihrer Beschreibung beigegeben haben. Wenn man aber die minutiöse Beschreibung von PFENDER studiert und mit unserem Material vergleicht, so kann es keinen Zweifel geben, daß wir es mit derselben Alge zu tun haben. Die Autorin vergleicht die Zellreihen mit aufeinandergestellten Tönnchen oder mit einem Stapel ineinandergestellter Näpfe, sie hebt die durchgebogenen Querböden

hervor, die Wuchsform und die Zelldimensionen stimmen genau mit unserem Material überein. Außerdem legt sie Wert auf die ungleich hoch gestellten Querböden, wodurch also *Parachaetetes* als Gattung nicht in Frage kommt, worauf auch J. P. & R. Beckmann (1966, S. 32) hinweisen.

Wie steht es nun mit *Parachaetetes asvapatii* selbst, in dessen Synonymie *Elianella* bisher unterging? Die Spezies wurde von Pia 1936 in Rao & Pia anhand von Material aus der obersten Kreide der Niniyur-Group in Südindien aufgestellt. Man sieht an den Abbildungen, daß das Material schlecht erhalten ist. Nur an der Fig. 3 auf Taf. 3 scheint es so, daß das Merkmal von *Parachaetetes* erfüllt ist. In der Beschreibung erwähnt Pia nichts von ausgebauchten Zellen oder konkaven Querböden. Die allgemeinen Dimensionen könnten allerdings auch für *Elianella* zutreffen, und die Abbildungen ähneln in der Tat den schlechter erhaltenen *Elianella*-Stöckchen unseres Materials. Ob Pias Material auch eine schlecht erhaltene *Elianella* ist, vermögen wir nicht zu entscheiden. Aber an den Abbildungen des *Parachaetetes asvapatii* bei Johnson (1964, Taf. 3, Fig. 5) und Elliott (1964, Taf. 104, Fig. 1) lassen sich unseres Erachtens die tönnchenförmigen Zellen von *Elianella* erkennen, und daher glauben wir, daß diese Formen ebenso wie manche anderen Textbestimmungen (z. B. sicher *Parachaetetes* in Hagn 1972, S. 117) in Wirklichkeit auf *Elianella* zurückzuführen sind. — Schon Pfender gab die weite Verbreitung von *Elianella* im Paleozän an, außer Madagaskar kennt sie Vorkommen in den Pyrenäen, Alpen, Anatolien, Venezuela und dazu aus der Kollektion von Andrusov ein Vorkommen in der Oberkreide der Karpaten. In den Karpaten hat sich der Name *Elianella* gehalten (vgl. Schaleková 1963, 1964; Mišík 1966, Taf. 78, Fig. 2) und dort ist merkwürdigerweise bis heute der angeblich weltweit verbreitete *Parachaetetes asvapatii* noch nicht gefunden worden.

Daß die Gattung *Elianella* gegenüber *Parachaetetes* zu Recht existiert, steht außer Zweifel. Eine andere Frage ist, ob sie nicht kongenerisch mit der Gattung *Cordilites* Počta ist, worauf J. P. & R. Beckmann (1964, S. 32) aufmerksam machen. *Cordilites cretosus* (Reuss) ist eine ursprünglich zu den Anthozoen gestellte Form aus dem Plänerkalk bei Dresden. Kurz vor seinem Tode hat Pia 1943 dieses Fossil untersucht und seine Stellung innerhalb der Solenoporaceen erkannt. *Cordilites cretosus* hat tatsächlich verblüffende Parallelen zu *Elianella*, wie die schönen Abbildungen bei Pia 1943 deutlich beweisen. Hinsichtlich der äußeren Form bestehen Unterschiede zu *Elianella;* die 53 untersuchten Knollen haben durchwegs eiförmige Gestalt (bis zu 7 cm ⌀), stärkere Höcker oder Verzweigungen fehlen bei *Cordilites.* Die Zellen sind außerdem in der Regel höher als breit. Ein artlicher Unterschied zu *Elianella elegans* wird wohl bestehen, vielleicht ist *Cordilites cretosus* (Alter Cenoman-Turon) ein Vorläufer der paleozänen *Elianella.*

Pycnoporidium levantinum Johnson

Taf. 11, Fig. 1

An drei Stellen wurden auf *Elianella*-Stöckchen inkrustierende Klumpen von etwa einem halben Zentimeter Durchmesser beobachtet, die aus unregelmäßig verschlungenen, weitlumigen Schläuchen aufgebaut sind. Eine dichotome Verzweigung ist in Bildmitte des abgebildeten Exemplares zu sehen. Querwände treten in den Schläuchen des vorliegenden Materials nur selten auf, dagegen sind vesiculaeartige Blasen besonders in den basalen Partien zu beobachten.

Wir stellen diese Gebilde zu *Pycnoporidium levantinum* JOHNSON, mit dem die Zelldurchmesser von 50 bis 90 μ und die sehr weitständigen Querwände am besten übereinstimmen. Das Originalmaterial (JOHNSON 1964, Taf. 3, Fig. 7) hat Durchmesser von 39—69 μ, es stammt aus dem Paleozän von Galala, Nordirak.

Die oberjurassischen Arten von *Pycnoporidium* unterscheiden sich durch dichotome Verzweigungen in bestimmten Niveaus, das ähnliche *Pycnoporidium sinuosum* JOHNSON & KONISHI aus der Oberkreide von Guatemala hat kleinere Zellschläuche (27—60 μ) und eng gestellte Querwände.

Pycnoporidium wird von JOHNSON & KONISHI als Grünalge der Familie Siphonocladaceae interpretiert.

D. Folgerungen

Die Altersfrage des Gerölls ist rasch beantwortet. Sowohl die Foraminifere *Miscellanea miscella* als auch die Alge *Elianella elegans* bezeugen ein paleozänes Alter.

Die ökologischen Verhältnisse sind ebenfalls klar ersichtlich. Hervorzuheben ist zunächst der Reichtum an klastischen Komponenten. Er läßt, cum grano salis, auf küstennahe Ablagerungsbedingungen schließen. Auch die detritischen Krusten von Süßwasserkalken weisen auf eine Einschwemmung vom Land hin. Die Rotalgen erinnern gleichfalls an geringe Wassertiefen. Verzweigte Wuchsformen legen zudem einen kurzen Transportweg nahe. Endlich sind auch die Miliolidae, eine Familie der Kleinforaminiferen, häufige Gäste im Litoralbereich.

Bleibt noch die Frage nach der Herkunft des Gerölls. Hier geben Begleitgerölle erste wichtige Hinweise. Sieht man vom Kristallin ab, so stellen kalkalpine Komponenten fast ausschließlich das klastische Kontingent der Wachtbergschotter. Besonders hervorzuheben sind Cenoman- und Gosaugerölle. Erstere enthalten Orbitolinen, letztere die Gattungen *Orbitoides* und *Siderolites*. Aus dem subalpinen Vorland stammen hingegen einige wenige Gerölle aus der höheren Oberkreide der nordalpinen Flyschzone. Gerölle aus dem Helvetikum des Haunsbergs fehlen indes vollkommen (vgl. hierzu TRAUB 1948, S. 164 usf.).

Es ist das große Verdienst TRAUB's, die Bedeutung der Alttertiär-Gerölle für die Lösung bestimmter Fragen der Alpengeologie erkannt zu haben. Ausgehend vom klassischen Werk TRAUTH's (1918) führte er eine erste Klassifizierung von Geröllen durch, welche er im Wachtberg-Schotter aufgesammelt hatte. Ein näheres Eingehen auf die Ergebnisse TRAUB's muß einer umfassenderen Arbeit vorbehalten bleiben.

Die Molasseschotter von Steinbach haben noch weitere Alttertiärgerölle geliefert. Darunter befinden sich Fossilschuttkalke mit *Elianella elegans*, denen ebenfalls ein paleozänes Alter zukommt. Es handelt sich um helle, gelbliche Algenkalke, in denen die Korallengattung *Porites* neben anderen tierischen Mikrofossilien auftritt.

Damit kann gesagt werden, daß das Geröll-Tertiär von Steinbach faziell sehr stark differenziert ist. Neben einer grobklastischen Ausbildung treten karbonatische Gesteine auf, in denen terrigene Bildungen keine oder doch nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Elianella-Kalke sind übrigens nicht auf das Vorkommen von Steinbach beschränkt. Auf einer Studenten-Exkursion, die einer von uns (H. HAGN) am 22. 6. 1974 in die subalpine Molasse des östlichen Oberbayerns führte, fand Herr Dr. S.-A. YAMANI ein Geröll (7×6 mal

4,5 cm), in dem neben *Porites* auch *Elianella elegans* reichlich auftritt. Die Fundschicht ist Oberes Aquitan (= höheres Eger der Paratethys-Gliederung), der Fundort die Blaue Wand des Traunprofils S Traunstein (vgl. hierzu HAGN 1971, S. 20). Der helle Riffschuttkalk enthält Algen aus den Familien Solenoporaceae, Corallinaceae und Squamariaceae. Die Foraminiferen werden weitgehend vom sessilen Benthos vertreten *(Haddonia, Nubecularia)*; zum vagilen Benthos gehören vor allem Miliolidae. Das Alter dieses Gerölls ist gleichfalls paleozän.

Ein lithologisch, faunistisch und floristisch übereinstimmendes Geröll (3×2×1 cm) wurde am 28. 4. 1974 am Westerbuchberg (Chiemsee-Depression) aufgesammelt. An dieser Exkursion nahmen die Familie W. NOË sowie die Herren H. OBERMÜLLER, H. WILL und J. WÜHRL, alle München, teil. Der Wester- und Osterbuchberg stellen den östlichen Ausläufer der Falten-Molasse dar („Bernauer Mulde"). Die Aufsammlung der Gerölle erfolgte im Südflügel der Mulde, der freilich nach N überkippt ist. Die geröllspendenden Ablagerungen sind die Baustein-Schichten (Chatt = tieferer Teil der Eger-Stufe). Die Mikrofazies des Gerölls wird durch Korallen *(Porites)* und Kalkalgen *(Elianella)* bestimmt. An weiteren Faunenelementen sind Milioliden und rotaliide Kleinforaminiferen zu nennen, welche häufig in paleozänen Ablagerungen auftreten.

In diesem Zusammenhang sind Gesteinsproben von Bedeutung, welche Herr Dr. U. FRANZ, seinerzeit München, am 2. 10. 1974 den beiden Bearbeitern zur Verfügung stellte. Sie stammen von Wörschach, Bl. Liezen, Steiermark, und wurden in einem Blockstrom aufgesammelt (JANOSCHEK 1968, S. 147—149, 151—152). Sie sind zwar nicht anstehend, doch kann ihr Liefergebiet nicht allzuweit entfernt gewesen sein. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um gelbliche und rötliche Fossilschuttkalke. Sie enthalten zum größten Teil *Elianella elegans*, gehören also dem kalkalpinen Paleozän an. Hervorzuheben ist, daß die bis heute bekanntgewordenen Vorkommen dieses küstennahen tieferen Alttertiärs auf den Südrand der Nördlichen Kalkalpen beschränkt sind (vgl. hierzu PLÖCHINGER 1967, OBERHAUSER 1968).

Damit wird die Frage nach der Herkunft der Gerölle von Steinbach weiter eingeengt. Es taucht nämlich die Überlegung auf, ob sie vom Südrand des Kalkalpins abgeleitet werden dürfen oder ob es noch andere Liefergebiete gibt, die ernsthaft in Erwägung gezogen werden können. Dabei stehen zwei Merkmale der Gerölle im Vordergrund: Die Gesteine müssen in Küstennähe entstanden sein (terrigene Komponenten, Seichtwasserformen) und/oder wir haben Riffkalke bzw. Schuttkalke vor uns, in denen Korallen (z. B. *Porites* und Verwandte) und Kalkalgen (vor allem Solenoporaceen) das Faunen- bzw. Florenbild bestimmen.

Läßt man die in Frage kommenden Zonen (Molasse, Helvetikum, Ultrahelvetikum und Flysch) Revue passieren, so scheiden Molasse und Flysch von vorneherein aus. Auch das Helvetikum ist als Lieferant wenig wahrscheinlich. Erstens einmal kommt das Nordhelvetikum nicht in Frage, weil in diesem Bereich im älteren Alttertiär eine Schichtlücke klafft. Im Südhelvetikum sind es lediglich die sog. Unteren Lithothamnienkalke des jüngsten Paleozäns (Ilerd-Stufe), die noch für einen Vergleich herangezogen werden könnten. Merkwürdigerweise fehlen in diesem Gestein die Solenoporaceae (aus klimatischen Gründen?) vollkommen, obwohl die Zahl der nachgewiesenen Gattungen der Rotalgen ziemlich hoch ist. Das Ultrahelvetikum schließlich bietet nur in seinem südlichen Teil küstennahe Ablagerungen. Treten klastische Einstreuungen auf, so gewinnt das Gestein — vor allem durch Diabase und Quarzporphyre —, sehr bald einen bunten, polygenen Charakter, sehr im Gegensatz zu unserer mehr eintönigen Quarzbrekzie von Steinbach. Endlich kommt noch ein geologischer Gesichtspunkt hinzu. Gerölle der (älteren) Molasse, des Helvetikums und des Ultrahelvetikums kommen im

Steinbach-Schotter nicht vor. Selbst Gerölle der jüngeren Flyschoberkreide sind nur sehr selten anzutreffen.

Innerhalb des Kalkalpins können die nördlichen und mittleren Bereiche übergangen werden. Die Nierentaler Schichten (höheres Campan bis Maastricht) waren außerordentlich weit verbreitet. Ihre pelitische Fazies ist daher in manchen Gosaubecken zu beobachten. Auch die Ausbildung des Paleozäns (Sebi im Unterinntal, Lattengebirge und Untersberg-Vorland) läßt noch deutliche Anklänge an die Fazies der Nierentaler Schichten erkennen. Erst weiter im S scheint das Paleozän mehr detritär entwickelt zu sein, lediglich mit Ausnahme der tiefsten Horizonte (Kövecs 1964, Ms.). Auch die Zweiersdorfer und die Gießhübler Schichten in Niederösterreich (Plöchinger 1963, S. 485) bezeugen eine flächenhafte Paleozänbedekkung in Tiefwasserfazies auf den Nördlichen Kalkalpen.

Alle diese Gesichtspunkte sprechen für eine Herkunft der Paleozängerölle aus einem Riffgürtel am Südrand der Kalkalpen. Zwei Relikte dieses Riffgürtels sind heute noch am äußersten Südrand erhalten geblieben. Das eine ist ein helles Riffgestein N von Prigglitz (früher als Gosauriff kartiert), das andere liegt am Kambühel nördlich Ternitz (zunächst als Rhätriffkalk ausgeschieden).[2] Erst in jüngerer Zeit wurden diese Vorkommen als paleozäne Riffkalke erkannt (Plöchinger 1967, S. 54). Dazu kommt noch das schon erwähnte Vorkommen der Rutschblöcke gleichen Alters bei Wörschach. Da dieselben Gesteine auch in den Karpaten beobachtet wurden (z. B. Mišík 1966), spricht Tollmann (1972) von einem karpatischen Einfluß am Südrand der Kalkalpen.

Gehen wir noch weiter nach S auf das zentralalpine Altpaläozoikum, so finden wir in den Guttaringer Schichten das Paleozän in limnisch-terrestrischer Ausbildung, teilweise sogar mit Kohlebildungen (van Hinte 1963). Aus diesem Bereich könnten die detritären Süßwasserkalke unserer Quarzbrekzie von Steinbach hergeleitet werden.

Die weite Verbreitung paleozäner Gerölle in der subalpinen Molasse, in den Angerberg-Schichten des Unterinntals (Kövecs 1964, Ms.), sowie im Ennstal-Tertiär (Janoschek 1968, S. 152) gestattet uns, auf einen weitgespannten Riffkomplex zu schließen, der heute nur mehr sporadisch ansteht.

Damit kann zusammengefaßt werden: Das zunächst als „Exotikum" geltende Geröll einer Quarzbrekzie sowie seine Begleitgesteine von Steinbach am Haunsberg (N Salzburg) konnten stratigraphisch bestimmt werden. Gleichzeitig war es möglich, begründete Aussagen über die Herkunft dieser Gerölle zu machen. Es zeigte sich erneut, daß die Geröllanalyse zu einem wichtigen Zweig der Alpengeologie geworden ist.

Danksagung: Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. G. Troll, Dr. H. Bögel und Dr. F. Traub, alle München, für wertvolle Diskussionsbeiträge. Herr H. Mertel stellte die Dünnschliffe in gewohnt guter Weise her, während Herr M. Dressler die Photoarbeiten in bewährter Qualität ausführte.

---

[2]) Herr Dr. B. Plöchinger, Wien, übersandte uns dankenswerterweise eine Gesteinsprobe vom Kambühel NW Neunkirchen, N. Ö. Im Dünnschliff beobachtet man an Foraminiferen Milioliden und sessile Formen (vorwiegend Sandschaler). Die Metazoen werden durch Korallen, Gastropoden und weitere Mollusken vertreten. Die Flora setzt sich aus Corallinaceen, *Pseudolithothamnium album* Pfender, *Elianella elegans* Pfender & Basse, *Pycnoporidium* und Dasycladaceen zusammen. Damit ist eine sehr gute Übereinstimmung mit den Steinbach-Geröllen gegeben.

a. Zum Kapitel über Algen

Beckmann, J. P. & R. Beckmann: Calcareous Algae from the Cretaceous and Tertiary of Cuba. — Schweiz. Paläont. Abh., 85, 45 S., 12 Taf., Basel 1966.

Elliott, G. F.: Fossil calcareous algae from the Middle East. Micropaleontology, **1**, 125 bis 131, 1 Taf., New York 1955.

Elliott, G. F.: Tertiary Solenoporacean Algae and the reproductive structures of the Solenoporaceae. — Palaeontology, 7, 695—702, Taf. 104—108, London 1964.

Hagn, H.: Über kalkalpine paleozäne und untereozäne Gerölle aus dem bayerischen Alpenvorland. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **12**, 113—124, Taf. 7—8, 1 Abb., München 1972.

Johnson, J. H.: Paleocene calcareous red algae from the northern Iraq. — Micropaleontology, **10**, 207—216, Taf. 1—3, New York 1964.

Johnson, J. H. und K. Konishi: An interesting late Cretaceous alga from Guatemala. — J. Paleont., 34, 1099—1105, Taf. 134, Menasha 1960.

Mišík, M.: Microfacies of the Mesozoic and Tertiary Limestones of the West Carpathians. — 279 S., 101 Taf., 3 Abb., Bratislava 1966.

Pfender, J. & E. Basse: *Elianella* nov. gen. *elegans* nov. sp., organisme constructeur de calcaires typiquement développé dans le Paléocène du SW Malgache. — Bull. Soc. géol. France, (5), 17, 275—278, Taf. 12, Paris 1947.

Pia, J.: Sammelbericht über fossile Algen: Solenoporaceen 1930 bis 1938, mit Nachträgen aus früheren Jahren. — N. Jb. Min. etc., Referate III, 731—757, Stuttgart 1939.

Pia, J.: Zur Kenntnis der Kalkalgen der sächsisch-böhmischen Kreide. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., Abt. I, **151**, 103—114, 4 Taf., Wien 1943.

Počta, Ph.: Die Anthozoen der Böhmischen Kreideformation. — Abh. k. böhm. Ges. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 7, (2), 60 S., 2 Taf., 29 Abb., Prag 1887.

Rao, L. R. & J. Pia: Fossil algae from the uppermost Cretaceous beds (the Niniyur group) of the Trichinopoly district, South India. — Mem. Geol. Surv. India, Paleont. Indica, N. Ser., **21**, 1—49, 6 Taf., Calcutta 1936.

Schaleková, A.: Die Algenfloren der kretazischen und paläogenen Kalksteine der Slowakei. — Geol. Sborn., **14**, 165—167, Bratislava 1963.

Schaleková, A.: New information on the calcareous algae in the bioherm limestones of the Paleocene — Lower Eocene in Western and Central Slovakia. — Geol. Sborn., **15**, 57—73, Taf. 7—14, Bratislava 1964.

Segonzac, G.: Niveaux à Algues dans le Thanétien des Pyrénées. (Corallinacées, Solenoporacées, Squamariacées, Incertae familiae). — Bull. Soc. géol. France, (7), **3**, 437—448, Taf. 12a, Paris 1962.

b. Zum geologischen Teil

Aberer, F.: Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **50**, 1957, 23—94, 1 geol. Karte, Wien 1958.

Hagn, H.: Über Gosau-Gerölle mit Großforaminiferen der höchsten Oberkreide aus der Subalpinen Molasse des bayerischen Alpenvorlandes. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., 11, 17—32, Taf. 4, München 1971.

Hinte, J. E. van: Zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Oberkreide und des Eozäns des Krappfeldes (Kärnten). — Jb. Geol. Bundesanst., Sonderb. **8**, 147 S., 22 Taf., 4 Beil., Wien 1963.

Janoschek, W.: Bericht 1965 über Aufnahmen auf Blatt Mitterndorf (97) und Blatt Liezen (98). — Verh. Geol. B. A., A 28—29, Wien 1966.

Janoschek, W.: Oberkreide und Alttertiär im Bereich von Wörschach (Ennstal, Steiermark) und Bemerkungen über das Alttertiär von Radstadt (Pongau, Salzburg). — Verh. Geol. B. A., 138—155, 3 Abb., Wien 1968.

Kövecs, G.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Unterinntal zwischen Rattenberg und Niederbreitenbach (Tirol). — Unveröff. Diplomarbeit, 113 S., 1 geol. Karte 1:25 000, 1 Profiltaf. 1:25 000, 72 Abb., Inst. f. Pal. u. hist. Geol. der Univ. München 1964 (Ms.).

Lemcke, K.: Zur nachpermischen Geschichte des nördlichen Alpenvorlandes. — Geologica Bavarica, **69**, 5—48, 11 Abb., 2 Beilagen, München 1973.

Oberhauser, R.: Beiträge zu Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. — Jb. Geol. B. A., **111**, 115—145, 2 Abb., 2 Taf., Wien 1968.

Plöchinger, B.: Die Kreide-Paleozänablagerungen in der Gießhübler Mulde, zwischen Perchtolsdorf und Sittendorf (N.-Ö.). — Mitt. Geol. Ges. Wien, **56**, 469—501, Wien 1963.

Plöchinger, B.: Erläuterungen zur Geologischen Karte des Hohe-Wand-Gebietes (Niederösterreich). — 142 S., 2 Taf., Kt. 1:25 000, Geol. B. A., Wien 1967.

Tollmann, A.: Der karpatische Einfluß am Ostrand der Alpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **64**, 173—208, 1 Taf., Wien 1972.

Traub, F.: Beitrag zur Kenntnis der miocänen Meeresmolasse ostwärts Laufen/Salzach unter besonderer Berücksichtigung des Wachtbergkonglomerats. — N. Jb. Mineral. etc. Mh., 1945—1948, B, 53—71, 161—174, 1 geol. Karte 1:25 000, 1 Profil, 4 Abb., Stuttgart 1948.

Trauth, F.: Das Eozänvorkommen bei Radstadt im Pongau und seine Beziehungen zu den gleichalterigen Ablagerungen bei Kirchberg am Wechsel und Wimpassing am Leithagebirge. — Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturw. Kl., **95**, S. 171—278, Taf. 1—5, 5 Abb., 4 Tab., Wien 1918.

Tafel 11

Fig. 1—2: Schottergrube ESE Steinbach NNE Nußdorf, Haunsberg N Salzburg, Subalpine Molasse. Helvet (= Ottnang). Das Geröll entstammt dem kalkalpinen Paleozän. Schliff Nr. G 1433 a/75.

1: *Elianella elegans* Pfender & Basse, Längsschliff durch einen Thallus. Am Rande (rechter Bildteil) besiedelt von *Pycnoporidium levantinum* Johnson. Vergr. ×16. Zu S. 122, 124.

2: *Elianella elegans* Pfender & Basse, Längsschliff. Fäßchenförmige Zellen mit durchgebogenen Querböden bilden lange gerade Zellreihen (rechter Bildteil). An der Zuwachszone tritt zum Teil eine Änderung der Wachstumsrichtung auf (links unten). — Vergr. ×35. Zu S. 122.

Das gesamte Untersuchungsmaterial befindet sich in der Bayer. Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie, München.